



## Optimalisasi *Composite Absorber* Pada *Muffler* Untuk Menurunkan Kadar Emisi Gas Buang Motor Bensin

Listiyono<sup>1</sup>, Bambang Irawan<sup>2</sup>, Agus Hardjito<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

<sup>1</sup>-[listiyono@polinema.ac.id](mailto:listiyono@polinema.ac.id), <sup>2</sup>-[bambang.irawan@polinema.ac.id](mailto:bambang.irawan@polinema.ac.id), <sup>3</sup>-[agus.harjito@polinema.ac.id](mailto:agus.harjito@polinema.ac.id)

### INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 07/05/2019  
Naskah Direvisi 18/06/2019  
Naskah Disetujui 30/06/2019  
Naskah Online 30/06/2019

### ABSTRAK

*The problem of air pollution caused by burning of fossil fuels and the process of combustion is increase. Many efforts has done to reduce the air pollution problem. Starting from the combustion process to give equipment as reduce gass emissions and raise the quality of burning, but the ari pollution is still high, especially the burning gasoline of motor fuel Air pollution a motor vehicle exhaust gases come from the rest of the results of the combustion of fuel that do not be unraveled or burning with perfect. Bad gass emissions caused by incomplete combustion of fuel in the fuel chamber. Element contained in the exhaust gasses are CO, NO<sub>2</sub>, HC, C, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan N<sub>2</sub>. The CO and CO<sub>2</sub> gasses is the most radical among the others. The CO gass is poisonous, if a men inhale this gas can caused death. While the CO<sub>2</sub> gass is a radical gass who can cause the greenhouse effect. The aims of this research are : 1 to understand the effect of carbon composite material, lime and glue towards reductions in emission of motor vehicle . 2. to find out the optimal composition of composite material to reducing the emission level of motor vehicle. The study and research in order to reduce gas emissions until now have done using installation catalyst on muffler. In this research, the mixed of absorption exhaust gas is observed. Especially the poisonous gas. The mixture material is made from carbon, lime and glue. And then installed on muffler filter. A mixture is made by comparation varied. Using minitab software for analyse and the conclusions are: 1. The addition of absorben composition between carbon (C) with lime (CaO) on exhaust can reduce the level of gass emission. 2. The most optimal composition absorben C and CaO in absorption and produce the lowest C and CO<sub>2</sub> gass is C and CaO with comparision ratio is 30 %: 70 %*

**Keywords:** *muffler, absorben, CO gass, CO<sub>2</sub> gass*

### 1. PENDAHULUAN

Emisi gas buang baik dari kendaraan bermotor maupun cerobong-cerobong pabrik merupakan penyumbang utama dalam pencemaran udara. Gas buang yang dihasilkan dari pembakaran minyak bumi yang berasal dari fosil-fosil ini dapat menimbulkan gas beracun. Gas beracun ini pasti akan dihirup oleh manusia. Yang akhirnya dapat menyebabkan sesak nafas bahkan dapat menyebabkan keracunan. Secara tidak langsung juga dapat menyebabkan penyakit kanker pada manusia. Karena komulatif gas-gas beracun yang masuk keadalam darah dan beredar dalam tubuh. Dalam peredaran darah tersebut gas beracun dapat tertinggal dalam paru-paru, hati bahkan jantung. Disinilah gas beracun ini dapat memicu kanker.

Gas buang ini juga dapat menyebabkan panas bumi meningkat. Karena lapisan ozon yang menipis akibat gas-gas yang dihasilkan pembakaran minyak fosil tersebut. Lama kelamaan lapisan ozon tersebut menjadi lubang dan dapat menyebabkan panas dari matahari langsung diterima permukaan bumi. Sehingga bumi makin panas. Pemanasan global ini dapat juga membahayakan keadaan makhluk yang ada dupermukaan bumi.

Selain itu, pembakaran yang dihasilkan oleh cerobong-cerobong dapat menghasilkan gas sulfur yang berlebihan. Gas-gas ini terus menerus diproduksi akibatnya menumpuk dan dapat menyebabkan hujan asam. Hujan asam ini juga dapat merusak logam karena mempercepat korosi.

Oleh sebab itu upaya-upayah penurunan gas beracun dari hasil pembakaran baik pembakaran minyak bumi dari

fosil maupun dari hasil tambang yang lain terus diupayakan. Misalnya proses pembakaran dalam dari engine maupun pembakaran batu bara dan lainnya. Selain memberikan campuran pada proses pembakaran juga mencegah penyebaran gas beracun yang dihasilkan pembakaran tersebut. Untuk mengurangi atau mereduksi gas-gas beracun tersebut dapat juga menggunakan katalitik-katalitik yang dipasang pada cerobong gas buang kendaraan. Penggunaan katalitik dari logam sudah banyak dilakukan oleh peneliti. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Maryanto tahun 2009, judul penelitian: Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Kendaraan Bermotor Di Yogyakarta.[1] Dengan pertumbuhan ekonomi yang baik meningkatkan pula pertumbuhan industri sepeda motor.. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efek pemberian carbon aktif pada knalpot sepeda motor. Pemberian dimulai dengan 50 gram, 100 grm dan 150 gram. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan analitik. Desain (rancangan) penelitian yang digunakan Eksperimen dengan one group pre and post design. Hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan. Ada penurunan kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dengan penambahan arang aktif pada kendaraan bermotor, yaitu dengan variasi 50 gram rata - rata selisih sebesar 0,14 % atau dengan prosentase penurunan sebesar 2,57 %, yaitu dari kadar 5,49 % menjadi 5,35 %. variasi 100 gram rata - rata selisih sebesar 1,16 % atau dengan prosentase penurunan sebesar 21,29 % yaitu dari kadar 5,49 % menjadi 4,33 % dengan variasi 150 gram rata - rata selisih sebesar 2,49 % atau dengan prosentase penurunan sebesar 45,68 % yaitu dari kadar 5,49 % menjadi 3,00 %.[2]

Polusi udara kendaraan bermotor berasal dari gas buang sisa hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Emisi gas buang yang buruk diakibatkan oleh pembakaran tidak sempurna bahan bakar di ruang bakar. Unsur yang terkandung dalam gas buang antara lain CO, NO<sub>2</sub>, HC, C, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan N<sub>2</sub>, dimana banyak yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara dan mengganggu kesehatan hingga menimbulkan kematian pada kadar tertentu. Hidrokarbon / HC merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin. HC yang ada pada gas buang adalah dari senyawa bahan bakar yang tidak terbakar habis dalam proses pembakaran motor, HC diukur dalam satuan ppm ( part per million ). Emisi hidrokarbon terbentuk dari bermacam – macam sumber. Tidak terbakarnya bahan bakar secara sempurna, tidak terbakarnya minyak pelumas pada silinder, merupakan salah satu penyebab munculnya emisi HC. Emisi hydrocarbon ini berbentuk gas metan yang dapat menyebabkan leukimia dan kanker. [3]

CO merupakan senyawa gas beracun yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna dalam proses kerja motor, CO diukur dalam satuan % volume. Kendaraan pada saat beroperasi akan mengalami proses pembakaran. Pembakaran sering terjadi tidak sempurna, sehingga akan menghasilkan polutan. Semakin besar persentase ketidak sempurnaan pembakaran, akan semakin besar polutan yang dihasilkan. Karbon monoksida dan asap kendaraan bermotor terjadi karena pembakarannya tidak sempurna yang disebabkan kurangnya jumlah udara dalam campuran yang masuk ke ruang bakar atau bisa juga karena

kurangnya waktu yang tersedia untuk menyelesaikan pembakaran.

Beberapa metode telah dilakukan guna mengurangi emisi dari proses pembakaran antara lain [4] telah melakukan pengujian re heating guna mengurangi emisi gas buang yang ditulisnya dalam jurnal Alat Penurun Emisi Gas Buang pada Motor, Mobil, Motor Tempel dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak. [5] melakukan analisa pengaruh medan magnet untuk mereduksi gas buang. Menurut [6] penurunan kadar karbon monoksida tergantung pada pengendalian emisi seperti penggunaan bahan katalis yang mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida. Sepeda motor, mobil sebagai pemasok terbesar emisi gas buang yang menimbulkan tercemarnya lingkungan, sehingga perlu sebuah kajian berupa penelitian terhadap pengaruh penggunaan katalitik komposit pada knalpot mobil. Komposit ini campuran antara carbon, kapur tohor dan lem kayu. Dengan perlakuan persentasi komposisi yang bervariasi.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi komposit sebagai katalytic muffler yang optimal dalam mereduksi/menyerap gas beracun pada motor bensin. Faktor-faktor selain tersebut tadi dikondisikan sama untuk setiap sampel. Sampel/ spesimen pada penelitian ini menggunakan lembaran baja yang dipotong dalam pembuatan knalpot.

Dinding knalpot dibuat dari lembaran baja dengan ketebalan 2 mm. Knalpot dibuat oval dengan ukuran 10 x 15 cm dan panjang 40 cm. Dalam knalpot diberikan lapisan komposit yang dicetek dengan ukuran 2,5 x 3 x 10 cm. Komposisi komposit dibuat dengan ukuran perbandingan bervariasi. Lapisan komposit tersebut dilem pada dinding knalpot bagian dalam. Pengujian dilakukan dengan putaran mesin yang bervariasi. Data dicatat dan dikumpulkan pada lembar data yang dipersiapkan dengan tiga faktor.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Waktu penelitian selama 60 (hari) mulai. Sampel yang kami pakai sebanyak 40 ( empat puluh) potong diseleksi yang baik. Variabel yang dipilih adalah

1. Variabel yang independen yaitu ada dua faktor : komposisi komposit dan putaran mesin
2. Level factor komposit adalah perbandingan antara C : Ca O yaitu 30:70; 50:50; 70:30
3. Level putaran mesin yaitu 1000 (rpm), 1500 (rpm) dan 2000 (rpm)..
4. Variabel dependen yaitu nilai emisi gas buang .

### 2.2 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen atau alat uji ini terdiri dari 2 (dua) macam  
Pertama membuat komposit yang terdiri dari carbon batang mangga, kapur tohor ( Ca O) dan lem.  
Kedua membuat knalpot/ muffler.

1. Pembuatan Knalpot
  - a. Lembaran plat baja dengan ukuran ketebalan 2 mm dipotong sesuai ukuran yang ditentukan lebih dulu yaitu yaitu lebar 25 cm dan panjang nya 40 cm. Untuk satu

- knalpot terdiri dari dua lembar. Untuk pelipatan bagian ujungnya diberikan tambahan 5 mm.
- Satu knalpot terdiri dari dua lembar. Ini dimaksudkan agar mudah dirol . selanjutnya dua potong hasil rol itu digabungkan jadi satu dengan las acetilen.
  - Memotong plat lagi sebagai penutupnya. Tutupnya terdiri dari dua yaitu depan dan belakang. Ujung knalpot sebelumnya dibuat lipatan selanjutnya digabungkan dengan penutupnya.
  - Penutup digabungkan dengan las acetilen juga. Ini agar gas tidak bocor. Sebelum dilas plat untuk penutup dilubang terlebih dulu. Ini untuk saluran gas
  - Pengelasan tutup menunggu pemasangan absorben komposit.
- Pembuatan Absorben Komposit  
Komposit ini terdiri dari campuran antara arang, batu kapur yang dihaluskan dan lem
    - Tumbuk arang pohon manggu sampai halus
    - Selanjutnya diayak 200 mess
    - Tumbuk batu kapur sampai halus
    - Selanjutnya diayak 200 mess
    - Serbuk yang sudah halus dicampur dengan ukuran yang telah ditentukan
    - Selanjutnya ditambahkan lem diaduk dengan rata dan dipress
    - Ukuran komposisi sesuai faktor yang ditentuka. Perbandingan antara carbon dan kapur yaitu : ukuran 1 (30 : 70); ukuran 2 (50 : 50); dan ukuran 3 (70 : 30)
    - Ukuran cetakan adalah pipa persegi 2,5 x 3 cm panjang 10 cm.
  - Komposit dilem di dinding mufler bagian dalam
  - Selanjutnya tutup knalpot dilas dari luar
- Knalpot/ mufler siap di uji

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Percobaan

Tabel 3.1 Data Hasil Percobaan Untuk gas CO (5 Vol)

Putaran Mesin ( rpm)	No	Komposisi		
		1	2	3
1000	1	2,30	2,24	2,70
	2	2,45	2,25	2,75
	3	2,50	2,22	2,85
	4	2,65	2,30	2,65
2000	1	0,60	0,75	1,25
	2	0,58	0,80	1,33
	3	0,64	0,82	1,35
	4	0,65	0,93	1,42
3000	1	1,66	1,78	1,72
	2	1,72	1,82	1,68
	3	1,75	1,90	1,60
	4	1,80	1,93	1,75

Tabel 3.2 Data Hasil Percobaan Untuk gas CO<sub>2</sub> (% Vol)

Putaran Mesin ( rpm)	No	Komposisi		
		1	2	3
1000	1	2,50	2,45	2,90
	2	2,36	2,25	2,93
	3	2,22	2,33	2,91
	4	2,25	2,50	2,88
2000	1	7,65	8,77	9,27

3000	2	7,50	8,82	9,25
	3	7,62	8,93	9,29
	4	7,53	9,12	9,17
	1	9,85	9,82	10,64
	2	10,20	9,80	10,55
	3	10,15	9,77	10,65
	4	10,45	9,84	10,58

#### 3.2 Analisis Data

Data yang ada akan dianalisis dengan software MINITAB . dengan perlakuan yang sama data dipisahkan menjadi dua bagian yaitu : 1. Data untuk gas CO dan 2 Data untuk gas CO<sub>2</sub> .

##### 3.2.1 Analisis Gas CO

Analisis Varian (Anova) hasil sbb :

Tabel 4.1 Analisa Varian

General Linear Model: gas CO versus put mesin, komposisi

Factor	Type	Levels	Values
put mesin	fixed	3	1000, 2000, 3000
komposisi	fixed	3	1, 2, 3

Analysis of Variance for gas CO, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS
put mesin	2	14.6542	14.6542	7.3271
komposisi	2	0.7003	0.7003	0.3502
put mesin*komposisi	4	0.9321	0.9321	0.2330
Error	27	0.1605	0.1605	0.0059
Total	35	16.4471		

$$S = 0.0771062 \quad R-Sq = 99.02\% \quad R-Sq(adj) = 98.73$$

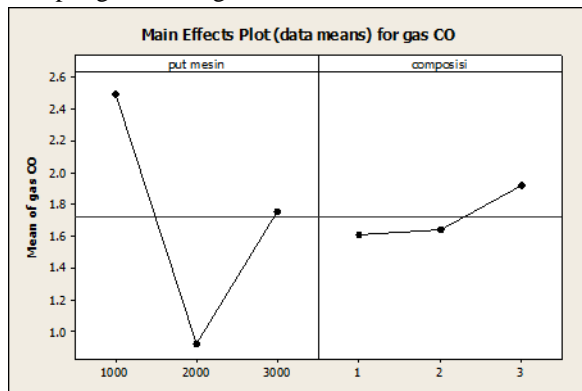
Dari hasil Anova dapat disimpulkan bahwa : dengan level toleransi kesalahan sebesar 0,05 menunjukkan bahwa P value dalam penerimaan. Artinya hasil menunjukkan ada perbedaan yang signifikan. Yaitu dengan penambahan absorben komposit pada mufler carbon dan kapur dapat menurunkan emisi gas buang berupa CO.

Rata-rata CO yang dihasilkan dengan komposisi absorben C dan CaO level 3 yaitu perbandingannya 70 : 30 sangat berbeda dengan komposisi absorben level 1 dengan perbandingan C dan CaO sebesar 30 : 70 dan absorben 2 yaitu perbandingan C dan CaO sebesar 50 : 50.

Dilihat dari grafik interaksi antara putaran dan komposisi absorben menunjukkan bahwa putaran yang menghasilkan CO yang paling rendah adalah 2000 (rpm). Sedangkan pada putaran 1000 (rpm) gas CO yang dihasilkan masih cukup tinggi. Tetapi sebaliknya pada putaran 3000 (rpm) gas yang dihasilkan dibawa putaran 1000 (rpm) dan stabil. Ini menunjukkan bahwa pada putaran ini hasil pembakaran yang paling stabil. Secara keseluruhan antara putaran dengan komposit absorber yang paling rendah menghasilkan gas CO adalah komposisi 1 yaitu

perbandingan antara C dan CaO sebesar 30: 70 pada putaran mesin sebesar 2000 (rpm).

Out put grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Plot faktor Utama

Dari hasil grafik faktor utama menunjukkan hasil bahwa putaran 2000 ( rpm) adalah yang menghasilkan gas CO rata-rata yang paling rendah. Dari faktor komposisi C dan CO perbandingan yang dapat menghasilkan gas CO yang paling rendah adalah level 1 yaaitu perbandingan C dan CaO sebesar 30 : 70.

### 3.2.2 Analisis Gas CO<sub>2</sub>

Analisis Varian (Anova) hasil sbb

**Tabel 4.2 Analisa Varian**

General Linear Model: gas CO<sub>2</sub> versus putr mesin, komposisi

Factor	Type	Levels	Values
putr mesin	fixed	3	1000, 2000, 3000
komposisi	fixed	3	1, 2, 3

Analysis of Variance for gas CO<sub>2</sub>, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
putr mesin	2	391.526	391.526	195.763	15260.87	0.000
komposisi	2	4.829	4.829	2.415	188.24	0.000
putr mesin*komposisi	4	3.495	3.495	0.874	68.12	0.000
Error	27	0.346	0.346	0.013		
Total	35	400.197				

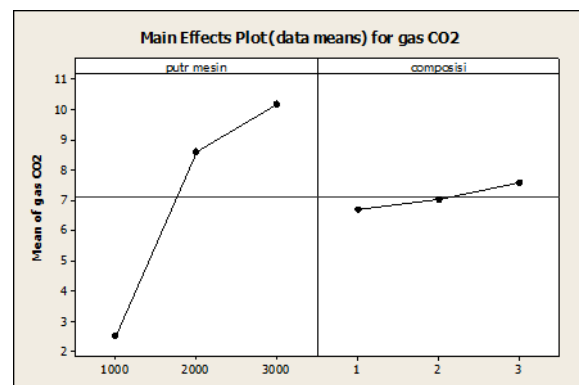
S = 0.113260 R-Sq = 99.91% R-Sq(adj) = 99.89%

Dari hasil Anova dapat disimpulkan bahwa : dengan level toleransi kesalahan sebesar 0,05 menunjukkan bahwa P value dalam penerimaan. Artinya hasil menunjukkan ada perbedaan yang signifikan. Yaitu dengan penambahan absorben komposit pada mufler carbon dan kapur dapat menurunkan emisi gas buang berupa CO<sub>2</sub> .

Rata-rata CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dengan komposisi absorben C dan CaO level 1 yaitu perbandingannya 30 : 70 sangat berbeda dengan komposisi absorben level 3 dengan perbandingan C dan CaO sebesar 30 : 70 dan absorben 2 yaitu perbandingan C dan CaO sebesar 50 : 50.

Dilihat dari grafik interaksi antara putaran dan komposisi absorben menunjukkan bahwa putaran yang menghasilkan CO<sub>2</sub> yang paling rendah adalah 1000 (rpm). Sedangkan pada putaran 2000 (rpm) gas CO yang dihasilkan masih cukup tinggi. Tetapi sebaliknya pada putaran 3000 (rpm) gas yang dihasilkan lebih tinggi lagi dan stabil. Ini menunjukkan bahwa pada putaran ini hasil pembakaran yang paling stabil. Secara keseluruhan antara putaran dengan komposisi absorben yang paling rendah menghasilkan gas CO<sub>2</sub> adalah komposisi 1 yaitu perbandingan antara C dan CaO sebesar 30: 70 pada putaran mesin sebesar 1000 (rpm).

Out put grafik sbb:



Gambar 4.4 Plot faktor Utama

Dari hasil grafik faktor utama menunjukkan hasil bahwa putaran 1000 ( rpm) adalah yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub> rata-rata yang paling rendah. Dari faktor komposisi C dan Ca perbandingan yang dapat menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang paling rendah adalah level 1 yaaitu perbandingan C dan CaO sebesar 30 : 70.

Unsur CO<sub>2</sub> bertambah sedangkan unsur CO berkurang adalah disebabkan adanya reaksi/ pengikatan CO dengan karbon.

## 4. KESIMPULAN

Dari analisis data diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan absorben komposisi antara carbon (C) dengan batu kapur (CaO) pada mufler dapat mengurangi emisi gas buang hasil pembakaran berupa CO dan CO<sub>2</sub>
2. Komposisi absorben C dan CaO yang paling optimal dalam penyerapan dan menghasilkan out put CO maupun CO<sub>2</sub> yang paling rendah adalah C dan CaO dengan perbandingan 30 % : 70 %

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maryanto (2009), judul penelitian Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (Co) Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Kendaraan Bermotor Di Yogyakarta
- [2] Anonim (2012), Self-Study Programme 230: Motor Vehicle Exhaust Emissions, AUDI, Volkswagen AG., Wolfsburg
- [3] Heywood. (1988). Internal Combustion Engine Fundamentals. Singapore: McGraw-Hill International Edition.
- [4] Wijaya (2002), Jurnal Ilmiah Judul “Alat Penurun Emisi Gas Buang Pada Motor, Mobil, Motor Tempel Dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak”
- [5] Wahyudi (2013), Jurnal Ilmiah Judul “Pengaruh Medan Magnet Untuk Mereduksi Gas Buang”
- Arikunto, Suharsimi, (2006)  
Prosedur Penelitian. Rineka Cipta: Jakarta.
- [6] Kusuma (2002), Penurunan Kadar Karbon Monoksida (CO) Dengan Katalis Pada Gas Buang Kendaraan
- [7] Irawan, Bagus (2005), judul penelitian “Unjuk Kemampuan Catalytic Converter Dengan Material Substrat Kuningan (Paduan CuZn) Untuk Mereduksi Gas Buang Motor Bensin
- [8] Sanata, Andi (2012), judul penelitian “Analisis Variasi Temperatur Logam Katalis Tembaga (Cu) Pada Catalytic Converter Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbonmonoksida (Co) Dan Hidrokarbon (Hc) Kendaraan Bermotor”
- [9] Nasution 2004, Metode research (penelitian Ilmiah), Jakarta, Bumi Aksara
- [10] Purnomo, Heri (2010), judul penelitian Analisa Pengaruh Knalpot Catalytic Converter Dengan Katalis Tembaga (Cu) Berlapis Angan (Mn) Terhadap Gas Buang Pada Honda
- [11] Suyanto, Wardan (1989). Teori Motor Bensin. Jakarta : Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- [12] Wijaya, Yudhi. 2009. Gejala Tanaman Kekurangan Unsur Hara.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)